# *Über das spontane Zerfallen der Süsswasserpolypen nebst einigen Bemerkungen über Generationswechsel.*

Von **Dr. Gustav Jäger,**
Privatdocent.

(Mit 1 Tafel.)

Folgende Beobachtung übergebe ich blos desshalb jetzt schon der Öffentlichkeit, weil eine Reihe anderer Arbeiten mich voraussichtlich auf lange Zeit an der Fortsetzung derselben hindern wird und sie doch meines Erachtens zu wichtig ist, als dass man sie stillschweigend bei Seite legen könnte. Die Zahl der Forscher, welche sich das Studium der niedersten Thierformen zur speciellen Aufgabe gemacht haben, ist eine so grosse, dass ich gegründete Hoffnung habe, die Sache werde weiter verfolgt und zu einem positiven Resultate geführt werden.

Am 10. December setzte ich einen lebenden Süsswasser-Polypen *(Hydra grisea)* in ein Glaskästchen, um ihn bei meiner Vorlesung zur mikroskopischen Demonstration zu benützen.

Es war ein Exemplar von mittlerer Grösse, das mit mehreren andern seit vielen Wochen in einem kleinen Glasgefässe lebte. Es trug eine reife Hodenkapsel mit lebhaft sich bewegenden Spermatozoiden und eine in der Entwicklung begriffene Eikapsel.

Das Glaskästchen, welches ich zur Einschliessung benützte, war aus einem Kautschukring von 1½ Millim. Dicke und 14½ Millim. Öffnung angefertigt. Es fasste also Wasser genug, um dem Thiere hinreichenden Spielraum zu geben. Dem Wasser wurden einige Fäden einer zarten spangrünen Alge (einer Bryopsis?) beigegeben und so ein Aquarium en miniature hergestellt, das ein Deckgläschen vor Verdunstung und Luftzutritt schützte. Bei der Beobachtung des Polypen mit 320facher Vergrösserung fand ich in seiner Gesellschaft mehrere Exemplare von *Navicula*, eine Anzahl Monaden und zwei

oder drei Stücke eines Hypotrichen-Infusoriums. Amöben kamen mir keine zu Gesicht, ich hatte übrigens auch nicht besonders darnach gesucht, da keine Veranlassung dazu vorhanden war.

Während der Beobachtung entleerte die Hodenblase ihre Spermatozoiden mittelst mehrerer Explosionen und dieselben zerstreuten sich unter lebhaftem Schlagen der Geissel in dem Glaskästchen. Die Eikapsel war eine halbkuglige Erhebung, in der man noch kein deutlich abgegrenztes Ei wahrnehmen konnte. Die Füllung bestand aus Zellen, die denen der motorischen Schichte ganz ähnlich waren, aber, wie es schien, ihre Contractionsfähigkeit verloren hatten.

Da ich das Thier isolirt aufbewahren wollte, so setzte ich das Glaskästchen auf einen Drahtrost, der in einer kleinen, halb mit Wasser gefüllten Glaswanne stand; die Wanne wurde mit einer Glasplatte bedeckt und so ein mit Wasserdunst gesättigter Raum hergestellt, in welchem das Glaskästchen vor Verdunstung ziemlich gesichert war.

Am 11. December Morgens sah ich zu meinem Verdrusse schon mit blossem Auge, dass statt des Polypen ein formloses Schleimklümpchen in meinem Glaskästchen war. Aber gross war mein Erstaunen, als sich unter 320facher Vergrösserung das Schleimklümpchen in einen Haufen der schönsten Kugelzellen auflöste. Sie lagen abgeplattet auf dem Boden des Glaskästchens und in jeder war ein schöner lichter Kern mit scharfcontourirtem Kernkörperchen zu sehen. Davon, dass der Kern wandständig ist, wie Leydig angibt, konnte ich nichts entdecken, obwohl ich mich an lebenden Thieren von der Richtigkeit dieser Angabe schon mehrmals überzeugt habe. Entweder hatte er sich losgelöst oder hatte eine Differenz im specifischen Gewicht zwischen Kern und Zellinhalt die Zelle veranlasst, sich so zu legen, dass die Partie der Wandung, an der er haftete, für mein Auge eine centrale Stellung einnahm. Ausser dem Kern sah man in den Zellen noch ein Häufchen unregelmässig geformter schwarzer Pigmentkörnchen. Eine wesentliche Veränderung sah ich an den Zellen nicht. Auch die zerstreut umherliegenden Nesselzellen hatten keine wahrnehmbare Modification erlitten. Zwischen den Zellen sah ich noch mehrere Spermatozoiden hüpfen.

Eine Luftblase, die sich während der Beobachtung durch Verdunstung an den Rändern des Deckgläschens eingeschlichen hatte,

bestimmte mich das Deckgläschen bei Seite zu schieben und die Blase durch einen Tropfen destillirtes Wasser zu ersetzen. Als ich darauf die Beobachtung fortsetzte, fand ich, dass durch die Manipulation zur Entfernung der Luftblase die Zellen über den ganzen Boden des Glaskästchens zerstreut worden und ihre Contouren nicht mehr so regelmässig kreisförmig waren wie zuvor. Ich hielt dies Anfangs für einen Vorboten des Zerfalls der Zellen, allein eine aufmerksame Beobachtung üerzeugte mich bald, dass amöbenartige Bewegungen die Veränderung der Contouren veranlassten; einige Male sah ich sogar eine Zelle ziemlich rasche Rotationsbewegungen ausführen, wie ich sie wenige Tage zuvor an Schwammzellen beobachtete, die ich aus den Gemmulae ausdrückte. Die ganze Erscheinung erinnerte mich an die Beobachtung von Carter, dass junge Spongillen, unter ungünstige Verhältnisse gebracht, sich freiwillig in ihre einzelnen Schwammzellen auflösen, die einzelnen Zellen mittelst ihrer Pseudopodien umherkriechen und schliesslich zu einem neuen Schwamme aufwachsen. Konnte hier nicht etwas Ähnliches vorliegen? Hatten ja doch die Untersuchungen von Trembley, Rösel und Anderen die ausserordentliche Reproductionskraft der Hydren nachgewiesen; wenn ein kleines Stückchen des Hydraleibes wieder zum ganzen Thiere aufwachsen kann, warum sollte dies nicht am Ende auch einer einzelnen Zelle gelingen, welche nicht gewaltsam aus ihrem Verbande mit den andern gerissen worden war, sondern sich eben so spontan von ihren Kameraden getrennt hatte, wie die Zellen der Süsswasserschwämme nach Carter es thun? Diese Erwägung bestimmte mich, die Beobachtung fortzusetzen. Ich setzte also das Glaskästchen wieder in die Wanne.

Am 12. December waren nach einer ungefähren Schätzung reichlich zwei Dritttheile der Zellen verschwunden. Der Rest lag auf dem Boden des Kästchens zerstreut, umgeben von einer reichlichen Menge unmessbar feiner Stäubchen, die den Boden ziemlich gleichmässig bedeckten und lebhafte Molecularbewegung zeigten.

Ich vermuthete, dass dieser Staub von den verschwundenen Zellen herrührte, und zwar von ihrem Pigmentgehalt; freilich müssten da die Pigmentkörnchen sich in einzelne Stückchen aufgelöst haben, da sie in den lebenden Zellen viel grösser sind. Eine andere Vermuthung über den Ursprung und die Natur dieses Staubes stieg erst später in mir auf; als ich nämlich bei günstigerer

Beleuchtung diesem Staube eine genauere Aufmerksamkeit widmete, bemerkte ich namentlich an den Stellen, wo er sehr dicht beisammen lag, dass die Molecule das Licht sehr stark brachen. Dies erinnerte mich an die Disdiaclasten des Herrn Prof. Brücke. Leider besitzt mein Mikroskop keinen Polarisationsapparat, so dass ich also diese Vermuthung eben nur als solche und als Aufforderung zu weiterer Untersuchung aussprechen kann.

Der Rest der vorhandenen Zellen war an den Pigmentkörnchen, dem klar vortretenden Kern mit Kernkörperchen und einer gelblichen Färbung leicht als Zellen der Hydra zu erkennen; bei den Nesselzellen, die noch ganz unverändert mit eingezogenem Faden dalagen, war vollends an keine Verwechslung zu denken.

Die contractilen Zellen (Fig. 1) hatten folgende Veränderungen erfahren: Einmal waren die Pigmentkörner nicht mehr in einen Haufen zusammengeballt, wie dies am unversehrten Thiere der Fall ist, sondern hatten sich mehr zerstreut, und für's zweite war an dem contractilen Zellinhalt eine Sonderung in stark lichtbrechende unregelmässige Körperchen und eine schwächer brechende Zwischenflüssigkeit eingetreten, während die frischen Zellen unter derselben Vergrösserung homogen erscheinen. Ist dies vielleicht eine Gruppirung der Disdiaclasten zu primitiven Fleischtheilchen? Ich bezeichne diese Veränderung vorderhand als Gerinnung. Die Contouren der Zellen waren sehr zart, an andern aber sah ich doppelte Contouren, und zwar sehr scharf markirt. Sowohl die eincontourigen als die doppelcontourigen hatten Pseudopodien entwickelt, und bei den letzteren waren die Pseudopodien nur mit einer einfachen, sehr zarten Contour versehen, wie es Auerbach von seiner *Amoeba bilimbosa* angibt.

Ich durchsuchte das ganze Kästchen bei 320facher Vergrösserung, um eine im Ergänzungsprocess begriffene Zelle zu finden. Statt des Gesuchten fand ich zuerst kleinere Zellen, bald darauf eine Zelle in der Theilung (Fig. 2), die nach Verlauf von drei Stunden mit einer vollständigen Entfernung der Theilungsproducte von einander endete. Daraus glaubte ich schliessen zu dürfen, dass die Theilung wenigstens zunächst nicht zur Bildung eines neuen Polypen führe, sondern zur Erzeugung der kleineren Zellen, die ich in ziemlicher Anzahl zwischen den andern sah. Alle, auch die kleinsten Zellen, die, wie Fig. 9 und 10, kaum den vierten Theil des Durch-

messers der normalen besassen, zeigten einen deutlichen Kern mit Kernkörperchen und Pigmentkörner. Im Laufe des Tages fand ich noch mehrere in der Theilung begriffene Zellen und konnte am Abend meinen Zuhörern eine Zelle in dem Fig. 2 dargestellten Stadium demonstriren.

Dieses so unerwartete Resultat bewog mich die Untersuchung fortzusetzen, um über das endliche Schicksal der Zellen in's Klare zu kommen.

Am 13. December waren die mit doppelten Contouren versehenen Zellen zahlreicher als die eincontourigen. Die amöbenartigen Bewegungen derselben dauerten fort. Die Zahl der kleinen Zellen hatte entschieden zugenommen. Eine Zelle mit zwei Kernen wurde fixirt und nach $3\frac{1}{2}$ Stunden war die Theilung und die Entfernung der Theilungsproducte von einander vollendet.

Am 14. December fand ich Folgendes: Die Nesselzellen, von denen etwa ein Dutzend noch vorhanden war, hatten keine Veränderung erfahren. Die contractilen Zellen hatten ebenfalls weder Zahl noch Form wesentlich geändert, dagegen fand ich unter ihnen zwei Cysten mit unregelmässig rauher Oberfläche am Boden des Glaskästchens sitzen. Mein erster Gedanke war, die Cysten möchten Amöben angehören, die gleich von Anfang an im Kästchen waren oder mit dem destillirten Wasser eingeführt wurden. Ich durchsuchte das Kästchen nach nicht encystirten Amöben, und als ich nichts Fremdes fand, verfiel ich auf die doppelcontourirten Zellen: Konnten dies nicht wirkliche Amöben sein, die in gar keinem Zusammenhang mit den eincontourigen Hydrazellen standen und in demselben Masse sich vermehrten, als die letzteren unter fortgesetzter Theilung und Bildung von kleinen Zellen zu Grunde gingen? Ich fixirte desshalb eine Zelle (Fig. 3), die durch ihre Farbe, ihre zarte Masse, Contour, Kern, Pigmentkörner und durch die schon von Ecker beschriebene, aber falsch gedeutete Vacuolenbildung deutlich als Hydrazelle sich zu erkennen gab. Sie wurde von früh 9 Uhr bis Nachmittag um $2\frac{3}{4}$ Uhr beobachtet:

Zuerst verschwand unter amöbenartigen Bewegungen die Vacuole, und um 11 Uhr zeigte sie das Ansehen von Fig. 4. Allmählig kam sie wieder zur Ruhe, nahm die anfängliche Kugelform an, und um 12 Uhr wurde die Contour derselben dunkler, bis sie um $12\frac{1}{2}$ Uhr sich in eine doppelte Contour auflöste (Fig. 5). Während

dieser letzteren Zeit lag die Zelle still; um 1 Uhr sah ich die erste Andeutung von Pseudopodienentwicklung, $1\frac{1}{2}$ Uhr hatte sie die Form von Fig. 6 angenommen und um $2\frac{3}{4}$ Uhr, als ich die Beobachtung abbrach, erschien sie in der Gestalt von Fig. 7.

Damit waren die Zweifel über den Zusammenhang der eincontourigen und doppelcontourigen Zellen gelöst, allein es lag jetzt die Frage vor: Sind die Zellen, welche ich seit dem 12. December beobachtete, wirklich Bruchtheile der Hydra, oder sind sie nicht am Ende sämmtlich Amöben? Es konnten möglicher Weise in dem etwa zwanzigstündigen Zeitraum swischen der Beobachtung vom 11. December und der vom 12. alle Zellen der Hydra zu Grunde gegangen und durch Amöben ersetzt worden sein, die sich durch fortgesetzte Theilung eines oder einiger unbemerkt gebliebener Individuen entwickelt hatten. Dies war um so eher denkbar, als ich diese Möglichkeit bisher gar nicht in Betracht gezogen hatte; hatte ich ja doch keine Veranlassung dazu.

Was mich bestimmt hatte, nicht schon am 12. December an dem Ursprung der Bewohner des Glaskästchens zu zweifeln, waren die schon einmal angegebenen Kennzeichen, nämlich die gelbliche Farbe, die Pigmentkörner, der Kern, an dessen Aussehen sich gar nichts geändert hatte, und die nicht zu verkennenden Nesselzellen, die mitten unter ihnen lagen. Diese Kennzeichen gaben mir auch heute noch das subjective Gefühl, es walte hier kein Irrthum ob. Allein subjective Gefühle dürfen keine Rolle in der Wissenschaft spielen, ich sah mich desshalb nach objectiven Beweisen um.

Einen solchen fand ich am Abende des 14. December. Ich hatte nämlich bisher blos an grossen Zellen doppelte Contouren gesehen; nun entdeckte ich aber doppelcontourige Zellen von allen Grössen (Fig. 10, 11 und 12. Fig. 9 ist eine Abbildung der kleinsten Art eincontouriger Zellen). Waren meine Zellen Amöben, so konnte doch blos folgender Zusammenhang möglich sein: Die kleinsten Zellen waren junge Amöben, die unter fortwährender Theilung allmählich grösser wurden und im Stadium ihrer höchsten Entwicklung eine dicke Membran bekamen, die zwei Contouren lieferte; dass sie in jeder beliebigen Grösse doppelcontourig werden, war nicht wahrscheinlich. Dieser Beweis war jedoch nicht zwingend, und dies, so wie eine zweite Erwägung veranlasste mich, zwei neue Exemplare von Polypen zu isoliren.

Die zweite Erwägung war folgende: Der Polyp trug, wie oben erwähnt wurde, eine reife Hodenkapsel und eine unreife Eikapsel. Das ganze Beobachtungsresultat konnte somit in einer Befruchtung des unreifen Eies durch die Spermatozoiden seine Erklärung finden. Der unreife Zustand des Eies, die einer regelmässigen Entwicklung ungünstigen Verhältnisse in dem Glaskästchen hatten bewirkt, dass die Dotterfurchung mit Entfernung der einzelnen Embryonalzellen von einander endete. Mit dieser Vermuthung stimmte auch das krümmliche Aussehen der Zellen. Freilich stimmten eine Menge anderer Dinge nicht: vor Allem war die Quantität der Zellen so gross, dass sie wohl nicht einem, und zwar erst noch unreifen Ei entsprungen sein konnten; für's zweite waren die Pigmentkörner Dinge, die meines Wissens in den Embryonalzellen der Hydra nicht vorkommen; es stehen mir darüber zwar keine eigenen Untersuchungen zu Gebot, aber Ecker bildet nichts der Art in seinen Untersuchungen über die Entwicklung der Hydra ab.

Alle diese Zweifel, ob die Zellen Amöben oder Furchungsproducte eines unreifen Eies, oder contractile Zellen der Hydra seien — liessen sich lösen durch einen neuen Versuch, den ich mit zwei andern Polypen am 14. December begann. Ich bezeichne im Folgenden den Polypen der ersten Beobachtungsreihe mit Nr. I, die andern mit Nr. II und III.

Nr. II war ein ausgewachsenes Exemplar. Es trug eine Eikapsel, die sich in demselben Entwicklungsstadium befand wie die von Nr. I. Hodenkapsel war keine vorhanden. In dem Kästchen fand ich trotz lange fortgesetzten Suchens keine Amöbe, dagegen ein junges Exemplar einer Cypris und mehrere Flagellaten.

Nr. III war ein jüngeres Individuum, das weder Hodenblase noch Eikapsel trug und sehr lebenskräftig war. In seiner Gesellschaft konnte ich blos einige holotriche Infusorien von so charakteristischer Form finden, dass ich keine Verwechslung von ihrer Seite befürchten durfte.

### Beobachtung vom 15. December.

Nr. I. Hier war eine erhebliche und auf's Neue unerwartete Veränderung eingetreten: die meisten grossen doppelcontourigen Zellen waren verschwunden und dafür fand ich etwa 10—12 Cysten, wie sie Fig. 13 darstellt. Ihr Inhalt war nicht zu ermitteln, da ihre Ober-

fläche so mit Rauhigkeiten besetzt war, dass jede Einsicht versperrt wurde. Diese Vermehrung der Cysten war so auffällig, dass der Gedanke an einen Zusammenhang derselben mit den ein- und doppelcontourigen Zellen sich mir nothwendig aufdrängen musste. Ich beschloss desshalb die Cysten zu überwachen und glücklicher Weise lagen fünf Cysten so nahe beisammen, dass sie bei 320facher Vergrösserung alle in's Sehfeld zu liegen kamen. Nach einstündiger Beobachtung begann eines der encystirten Wesen auszubrechen. Als es sich etwa halb entwickelt hatte, war ich genöthigt, die Beobachtung abzubrechen. Als ich nach Verlauf von 1¼ Stunde die Beobachtung wieder aufnahm, fand ich die Cyste leer und in einiger Entfernung davon eine Zelle mit äusserst zarten Contouren, derselben gelblichen Farbe wie meine Hydrazellen, mit einigen Pigmentkörnchen, einem Kern, der sich in gar nichts von dem der Hydrazellen unterschied, nur war der Inhalt der Zelle homogener als an den andern und die Form war nicht eine Modification der Kreisform, sondern der Ellipse. In Fig. 16 und 17 ist Cyste und Inhalt abgebildet.

Bei weiterer Untersuchung des Kästchens stiess ich wieder auf eine Cyste, deren Inhalt eben im Ausbrechen begriffen war. Ich fixirte das Ganze und fand an dem ausgekrochenen Wesen ganz dasselbe Verhalten, das ich so eben kurz angegeben habe; auch in diesem Falle war die Grundform des ausgekrochenen Wesens nicht die des Kreises, sondern die des Ovals oder der Ellipse. Trotz ihrer Ähnlichkeit mit den Hydrazellen hielt ich die Cysten-Ausbrüchlinge für Amöben.

Bei weiterer Untersuchung fand ich die in Fig. 21 abgebildete Gruppe zusammenhängender Hydrazellen. An den früheren Tagen hatte ich immer blos einzeln oder in Folge von Theilung paarweise liegende Zellen gefunden. Ich hielt diese Zellgruppe für neu entstanden und hoffte, das bei Beginn der Untersuchung erwartete Resultat, nämlich den Aufbau eines neuen Polypen, nun doch noch zu erhalten, um so mehr als ich noch am Abende des 15ten die Theilung der Zelle *a* beobachtete und der Theilung keine Entfernung folgte.

Am Schlusse des Beobachtungstages machte ich einen Fund, der meine anfängliche Ausschliessung der Cysten aus dem Entwicklungsgang der Hydrazellen umstiess. Es waren nämlich jetzt Cysten

von allen Grössen, in denen die Hydrazellen vorkamen, aufgetreten (Fig. 14 und 15). Es galt hier dasselbe Raisonnement, was mich noch vor der in Fig. 3—7 dargestellten Beobachtung veranlasste, den Zusammenhang zwischen den eincontourigen und doppelcontourigen Zellen anzunehmen.

Von den Nesselzellen waren nur noch wenige erhalten, unter diesen war eine (Fig. 22) sonderbar verändert: sie war geplatzt, das Nesselbläschen herausgetreten, die Zellmembran lag zusammengefaltet da und der ausgestreckte Nesselfaden steckte noch in ihr. Der Faden selbst war viel dicker als im Normalzustand, doch konnte ich den optischen Ausdruck einer Höhlung in ihm nicht gewinnen.

Der wimmelnde Staub war unverändert, auch nahm ich noch einige hüpfende Spermatozoiden wahr.

Nr. II. Schon mit blossem Auge sah ich, dass der Zerfall begonnen hatte, denn das Thier war unförmlich zusammengezogen mit verwaschenen Contouren. Bei der Entfernung einer eingedrungenen Luftblase stob der grösste Theil der Zellen aus einander und zerstreute sich über den Boden des Glaskästchens. Eine kleine Partie zusammenhängender Zellen zeigten noch keine Gerinnungserscheinungen, sie waren vollkommen homogen. Ihre Bewegungen waren sehr träge und überhaupt nur durch langes Fixiren zu erkennen.

Nr. III. Hier war noch kein Zerfall eingetreten. Der Polyp sass in contrahirtem Zustande gänzlich bewegungslos da, ohne dass sonst etwas Abnormes an ihm zu sehen war.

### Beobachtung vom 16. December.

Nr. I. Die Zellengruppe Fig. 21 war unverändert und hatten sich die einzelnen Zellen dichter an einander gelegt und andere Contouren bekommen. Die isolirten Zellen waren durchwegs klein, ich konnte keine Zellen mehr finden, die grösser waren als die von Fig. 21. Die meisten hatten die Grösse von Fig. 9, 10, 11, 12 und 18. Am häufigsten waren Zellen wie Fig. 17—20. Diese waren nämlich blass, oval, mit wenig oder gar keinen Pigmentkörnern und zerfielen in eincontourige und doppelcontourige. Darf man die Beobachtung von Fig. 3—7 auch auf diese Zellen anwenden, so ist Fig. 18 ein späteres Stadium von Fig. 17, und in gleicher Weise verhält sich Fig. 20 zu Fig. 19. Die letzteren stammen wahrschein-

lich aus den kleineren Cysten (Fig. 15), wie es in Fig. 16 und 17 hinsichtlich der grösseren nachgewiesen wurde. Die Mehrzahl der Zellen lag ruhig da, bei einzelnen waren Pseudopodien entwickelt.

Nr. II. Keine wesentliche Veränderung. Die Zellen liegen still und haben noch dasselbe Aussehen wie Tags zuvor. Ihre Zahl ist nicht wahrnehmbar vermindert. Auch der dem Zerfall entgangene Theil zeigt keine Änderung.

Nr. III. Beginnender Zerfall. Die Epidermiszellen liegen zerstreut umher, dazwischen die Nesselzellen. Die motorische Schichte ist noch unversehrt.

**Beobachtung vom 17. December.**

Nr. I. Keine Veränderung.

Nr. II. Zwischen unveränderten homogenen Zellen finden sich sparsam einige mit granulirtem Inhalt. Auch einige kleine Zellen, die offenbar Theilungsproducte sind, wurden bemerkt, sonst keine Veränderungen weder in Aussehen noch Zahl der Zellen; namentlich fehlte der wimmelnde Staub, der bei Nr. I gleichzeitig mit erheblicher Verminderung der Zahl aufgetreten war. Der Verlauf ist also bedeutend langsamer als bei Nr. I. Ich schreibe dies den äusseren Verhältnissen zu. Bei Nr. I hatte ich nämlich in das Glaskästchen nur äusserst wenige zarte Algenfäden gebracht, während Nr. II und III ein ansehnliches Stück eines Hydrodictyon-Schlauches erhielten. Es ist also vielleicht der höhere Sauerstoffgehalt des Wassers, der das Absterben eines Theils der Zellen verhindert.

Am Abende dieses Beobachtungstages fand ich zwei Cysten von demselben Aussehen, wie Nr. I sie gezeigt hatte.

Nr. III. Die abgestossenen Epidermiszellen haben sich nicht verändert und ein weiterer Zerfall des Körpers ist nicht eingetreten, er liegt als beinahe formlose Masse unbeweglich da.

**Beobachtung vom 18. December.**

Nr. I. Zahl der Zellen und die Zellengruppe unverändert. Die Gerinnung des Zelleninhalts ist so weit vorangeschritten, dass in den meisten Zellen der Kern gar nicht mehr, in den andern nur mit Mühe erkannt werden kann. Pseudopodienentwicklung sehr spärlich, keine neuen Cysten.

Nr. II. Noch keine erhebliche Veränderung eingetreten. Keine Spur von wimmelndem Staube. Keine Theilung, kein Fortschritt der Gerinnung beobachtet. Der Zellenklumpen besteht aus lauter fast vollkommen kugeligen Zellen. Wer durch Leydig's Untersuchungen von der Zellenstructur der Hydra noch nicht überzeugt sein sollte, dem werden an einem solchen Stücke alle Zweifel schwinden, so klar und scharf sind die Contouren der einzelnen Zellen. Die Tags zuvor bemerkten Cysten sind unverändert, neue wurden nicht gefunden.

Nr. III. Die Epidermiszellen sind bis auf wenige verschwunden, die Nesselzellen unverändert. Ausserdem werden noch etwa 6—8 contractile Zellen isolirt gefunden. Der Rest liegt noch immer unverändert da; ein Versuch, die Zellen zu zerstreuen durch das Darübergleitenlassen einer Luftblase, misslang. Auch das Anspiessen mit einer Nadel und Hin- und Herschwenken hatte keinen Erfolg; die Zellen hingen fest zusammen. Bewegungen wurden auch nach diesen eingreifenden Operationen nicht wahrgenommen.

### Beobachtung vom 19. December.

Nr. 1. Der wimmelnde Staub muss sich entweder vermehrt haben oder seine einzelnen Theilchen sind aufgequollen. Die Beobachtung wird durch ihn sehr erschwert, da er den ganzen Boden dicht überzieht. Die Gerinnung des Zellinhalts ist so weit gediehen, dass die Zellen ein brombeerartiges Ansehen bekommen wie gefurchte Eizellen; dabei sind die Zellen entschieden gewachsen. Noch immer finden sich unveränderte Nesselzellen.

Nr. 2. Theilung beobachtet. Neben vielen unveränderten Zellen waren andere, die auf den ersten Blick wie halbirt aussahen oder gar blos halbmondförmig; erst bei exacter Einstellung ergab sich, dass die Zelle unversehrt war. Das eigenthümliche Aussehen kam daher, dass die früher bei Nr. 1 erwähnte Gerinnung des Inhalts in einem kleinen Segmente der Zelle bereits erfolgt war, während das andere Segment sich noch in dem ursprünglichen homogenen Zustand befand; nur war die Contour der Zelle, so weit sie diesen letztern Theil umschrieb, so äusserst zart, dass ihre Anwesenheit dem Auge leicht entging.

Nr. 3. Derselbe Stand wie Tags zuvor.

## Beobachtung vom 20. December.

Nr. 1. Zusatz von frischem Wasser, der durch eine erheblichere Verdunstung nothwendig gemacht war, veranlasste die Zellen zu lebhafter Pseudopodienentwicklung. Ob es die Folge der Sauerstoffzufuhr oder die Wirkung einer zahlreichen Menge mit eingeführter Infusorien war, muss ich dahingestellt sein lassen. Die Infusorien (ein holotrisches Infusorium und eine Flagellaten-Form) stammten aus meinem destillirten Wasser, wie eine controlirende Untersuchung desselben nachwies. Zum ersten Male seit dem 14. December sah ich wieder Vacuolenbildung. Die Zellgruppe (Fig. 21) fand ich nicht mehr. Neue Cysten hatten sich nicht gebildet.

Nr. 2. Hier war eine entscheidende Veränderung eingetreten: Die Zahl der Zellen war wohl um die Hälfte verringert und der schon öfter erwähnte wimmelnde Staub, der bisher vollkommen gefehlt hatte, war in reichlicher Menge vorhanden. Es dürfte demnach meine anfängliche Vermuthung über seine Herkunft richtig sein. Die zurückgebliebenen Zellen waren meist kleiner als früher, ihr Inhalt war vollkommen geronnen und viele derselben zeigten doppelte Contouren. Zwischen ihnen fand ich zahlreiche Cysten (ich zählte über 20), sie hatten dasselbe Aussehen wie die für die erste Beobachtungreihe Abgebildeten und waren, wie diese, von sehr ungleicher Grösse. Im Laufe des Tages fand ich mehrmals Zellen in verschiedenen Stadien der Theilung; kurz es war jetzt das Exemplar Nr. 2 in demselben Stadium wie Nr. 1 am 12. December. Damit waren meine Zweifel über eine Verwechslung mit Amöben bei der ersten Beobachtung beseitigt, und ebenso auch die Annahme, dass der Vorgang in der Befruchtung eines unreifen Eies seine Erklärung finde.

Nr. 3. Noch keine Zeichen eines voranschreitenden Zerfalls.

---

War ich von diesem Tage an gewiss, dass das, was ich beobachtet hatte, ein beispielloser Entwicklungsgang wirklicher Hydrazellen war, so sah ich andererseits die Unmöglichkeit ein, bei den andern mir obliegenden Verpflichtungen die so zeitraubende Beobachtung bis dahin fortzusetzen, wo ein negatives oder positives Resultat ihr ein Ende machen würde. Ich brach desshalb von diesem Tage an die regelmässige Beobachtung ab, habe jedoch alle drei Glaskästchen in der Eingangs beschriebenen Weise aufbewahrt und bisher in

Intervallen von einigen Tagen beobachtet. Heute am 7. Januar, wo ich diese Zeilen niederschreibe, ist der Stand der Sache folgender:

Nr. 1. Nachdem am 2. Januar eine ausserordentliche Verminderung der Zellen beobachtet wurde, hat sich jetzt der Stand derselben wieder über das frühere normale Verhältniss erhoben, und die Zellen (Fig. 23) sind nicht blos zahlreicher, sondern sie sind auch grösser als früher, sie haben jetzt alle die Grösse von Fig. 1 und darüber. Das maulbeerartige Ansehen ist dasselbe geblieben. Der Kern ist meist vollkommen maskirt. Von Pigmentkörnern ist nichts mehr zu sehen, die Bewegungen sind sehr träge. Pflanzenwucherungen erschweren die Beobachtung sehr.

Nr. 2. Der Klumpen zusammenhängender Zellen hat sich bis auf einen kleinen Rest ebenfalls aufgelöst; es ist seit der am 20. December eingetretenen Zersetzung eines Theils der Zellen keine neue Reduction der Zahl eingetreten. Die Zahl der Zellen mag etwa das dreifache von der in Nr. 1 betragen; es bestehen also offenbar hier günstigere Verhältnisse, namentlich deutlich ist dies an den Nesselzellen zu erkennen; während ich in Nr. 1 blos noch fünf derselben finden kann, mögen in Nr. 2 wohl ein halbes Hundert in unversehrtem Zustande liegen. Der Zustand der übrigen Zellen ist folgender: Es sind alle Grössen vertreten, der Inhalt der meisten hat die Gerinnung vollendet, bei einigen sieht man noch homogene Stellen (Fig. 24). Es muss hier die Bemerkung eingeschaltet werden, dass diese homogenen Stellen nicht mit Vacuolenbildung verwechselt werden dürfen; eine Vacuole ist immer rund, während bei der Gerinnung unregelmässige Contouren zu Stande kommen. (Vergleiche Fig. 3 mit Fig. 24.) Cysten bemerkt man nur wenige, dagegen reichliche Theilungen in allen Stadien.

Nr. 3. Der Polyp stellt einen formlosen Detritus dar, in dem die Nesselzellen die einzigen geformten Elemente sind. Dieser Detritus ist aber nicht über das ganze Glaskästchen zerstreut, sondern bildet einen zusammenhängenden Haufen, der weder durch das Darüberstreichen einer Luftblase noch durch Schütteln aus einander getrieben werden kann. Etwas entfernt von dem Haufen fand ich eine einzige in der Gerinnung begriffene Zelle.

Dieser Zustand von Nr. 3 scheint mir einen wichtigen Schluss auf die Natur und die Bedingungen dieses ganzen Vorgangs zu gestatten. Der in Nr. 3 eingeschlossene Polyp ist (siehe pag. 327)

der einzige, der weder Ei- noch Hodenkapsel besass; bei ihm ist der spontane Zerfall in lebensfähige Zellen nicht eingetreten, er ist gestorben. Äussere Verhältnisse scheinen nicht die Ursache zu sein, denn Nr. 2 und 3 befanden sich, soweit Augenschein darüber urtheilen kann, unter denselben Verhältnissen; namentlich die pflanzliche Beigabe war der Art und Menge nach dieselbe. Man darf also wohl den geschlechtsunreifen Zustand des Individuums als Erklärung für das abweichende Verhalten anführen. Ist es erlaubt, aus einer einzigen Beobachtung Folgerungen zu ziehen, so geht daraus hervor:

1. Dass das spontane Zerfallen ein Vorgang ist, der blos den geschlechtsreifen Thieren zukommt.

2. Dass dieser Vorgang etwas vom Tode wesentlich Verschiedenes ist.

## Schlussbetrachtungen.

Es werden noch eine Reihe von Untersuchungen nothwendig sein, um den im Obigen beschriebenen Vorgang nach allen Seiten zu prüfen und das schliessliche Resultat desselben ausfindig zu machen, und es ist vielleicht voreilig, jetzt schon Vermuthungen über den Erfolg künftiger Experimente zu äussern. Wenn ich dennoch an den beobachteten Vorgang einige Betrachtungen anknüpfe, so geschieht es eines Theils, weil er zu überraschend und zu neu ist, als dass man sich jedes Raisonnements enthalten könnte, anderseits, weil es für spätere Untersuchungen nützlich sein kann, die möglichen Zielpunkte schon jetzt in's Auge zu fassen.

Will man dem Vorgange einstweilen einen Namen geben, so wird „Dialyse" der beste, weil objectivste, sein.

Die erste Frage lautet dahin: Ist die Dialyse der Hydren blos eine Folge künstlich veränderter Lebensbedingungen oder ein unter natürlichen Verhältnissen regelmässig eintretender Entwicklungsgang, der blos künstlich beschleunigt werden kann? Ich meinerseits vermuthe das letztere und zwar desshalb, weil die Dialyse, wie schon oben bemerkt wurde, einen bestimmten Zustand des Thieres, nämlich die Geschlechtsreife vorauszusetzen scheint. Sie ist also an ein bestimmtes Stadium der natürlichen Entwicklung gebunden und demnach wahrscheinlich auch natürlich. Dazu kommt noch das Thatsächliche, dass übereinstimmend von allen Beobachtern angegeben

wird: die Hydren gehen nach Legung der Wintereier zu Grunde. Es ist also keine unbegründete Vermuthung, anzunehmen:

Die Dialysis ist ein Vorgang, der regelmässig im Herbste nach der Entleerung der Geschlechtsproducte eintritt.

Geht man von dieser allerdings noch experimentell zu beweisenden Voraussetzung aus, so ist die weitere Frage die: Was ist das Schicksal der Zellen, nachdem sie aus ihrem Verbande getreten sind?

Auf diese Frage gibt meine Beobachtung eine partielle Antwort:

Nach der Dialysis leben die Zellen unter veränderter Form, Zusammensetzung (?) und Verrichtung (geringere Contractionsfähigkeit) fort, vermehren sich durch Theilung und encystiren (?) sich vorübergehend.

Dies ist das Resultat directer Beobachtung, und eine Täuschung ist blos in Betreff der Cystenbildung möglich. Die Vermehrung durch Theilung und die sogenannte Gerinnung des Zellinhalts sind feststehende Thatsachen; eine andere Frage ist es, ob sie normale Vorgänge sind oder nicht. In dieser Beziehung ist zu berücksichtigen, dass die Verhältnisse, unter denen die Beobachtung angestellt wurde, jedenfalls abnorme waren. Wenn nämlich auch die Dialyse ein normaler Vorgang ist, so ist er doch hier früher als gewöhnlich, d. h. vor der Entleerung reifer Geschlechtsproducte eingetreten und zwar unter Verhältnissen, unter denen ein nicht geschlechtsreifes Thier starb. Dazu kommt noch, dass die Gerinnung und die Theilung bei Nr. II, das gewiss unter günstigeren Verhältnissen lebte als Nr. I (siehe darüber pag. 333), viel später eingetreten ist als bei dem letzteren. Diese Erwägungen lassen es als möglich erscheinen, dass Theilung und Gerinnung nicht zum natürlichen Verlauf der Dialyse gehören.

Was ist aber das Endresultat der Dialyse? Gehen die Zellen zu Grunde oder erzeugen sie eine Nachkommenschaft?

Tritt der erste Fall ein, so hat man das ganze als eine Todesart zu betrachten. Abgesehen davon, dass die Dialysis eine sehr sonderbare und ganz beispiellose Todesart wäre, lassen folgende Erwägungen diesen Fall als den unwahrscheinlichsten erscheinen.

Die Hydra ist unter natürlichen Verhältnissen ein einjähriges Thier, das wohl im günstigsten Fall anfangs März auskriecht und

Ende October der Dialysis anheimfällt; seine Lebensdauer beträgt also höchstens 8 Monate. Im vorliegenden Falle leben bei Nr. I, wo die Dialyse am 11. December eintrat, bis heute, den 10. Januar, die Zellen bereits einen Monat unter Verhältnissen, die keinenfalls günstige zu nennen sind, und es hat durchaus nicht den Anschein, als ob ihr Ende nahe bevorstünde. Am 15. Februar wurden die Zellen zum letzten Male in vollständig lebenskräftigem Zustande gefunden. Wenige Tage darauf machte ein Unfall ihrem Leben ein Ende; die Glasplatte, welche die Wanne bedeckte, wurde unbeachtet verschoben, so dass das Wasser in dem Glaskästchen verdunstete. Die Lebensdauer betrug somit über zwei Monate. Diese Lebensdauer der einzelnen Zellen, welche sich zu der des ganzen Thieres zum mindesten wie 1:8 verhält, macht es im höchsten Grade unwahrscheinlich, dass sie resultatlos zu Grunde gehen: nicht etwa desshalb, weil ich glaube, ein solches Leben müsse einen Zweck haben — der Begriff „Zweck" existirt für die Naturwissenschaften gar nicht — nein, blos desshalb weil die Zähigkeit, mit der die Zellen unter ungünstigen Verhältnissen leben, annehmen lässt, dass unter günstigen Verhältnissen die Zelle in infinitum lebensfähig bleibt, oder, um concreter zu sprechen, dass sie unter natürlichen Verhältnissen überwintern könne. Diese Erwägung bestimmt mich vermuthungsweise den Satz auszusprechen:

Nach der Dialysis überwintern die Zellen (vielleicht encystirt).

Was geschieht nun im Frühjahre mit ihnen? Leben sie als einzellige Wesen, als Amöben fort und produciren wieder einzellige Wesen, oder schliesst der ganze Vorgang mit der Bildung eines neuen Süsswasser-Polypen ab?

Der erste Fall widerspricht unseren hergebrachten Anschauungen von dem Entwicklungsgange der Thiere und Pflanzen zu sehr, als dass man sich ohne die zwingendsten Gründe zu seiner Annahme bestimmen lassen könnte. Schliesst man also diesen Fall aus, so bleibt für das Endresultat der Dialysis blos noch die Bildung eines neuen Süsswasserpolypen übrig. Sollte dies durch weitere Untersuchungen constatirt werden, so läge hier ein neuer Fall von Generationswechsel vor, der sich aber toto coelo von all' den bis jetzt bekannten Modalitäten des Generationswechsels

unterscheidet; dies bestimmt mich, hier einige allgemeine Bemerkungen über den Generationswechsel einzuschalten.

Das von Chamisso für den Entwicklungsgang der Salpen geschaffene Wort „Generationswechsel“ ist von Steenstrup auf eine Reihe ganz verschiedenartiger Processe, die blos in ihrem Endresultate etwas Gemeinschaftliches haben, ausgedehnt worden. Dies ist der Grund, warum die Versuche von Owen, Reichert, Leukart, Carus und Anderen, den Generationswechsel genetisch zu definiren, scheiterten. Die von ihnen gelieferten Definitionen sind entweder nicht auf alle Fälle anwendbar, wie die von Owen und Leukart, oder blosse Umschreibungen des Wortes „Generationswechsel“, wie die von Reichert und Carus. Das Wort Generationswechsel ist der rein empirische Name für das abwechselnde Erscheinen verschiedener Thierformen in einer Entwicklungsreihe, und zwar in der Weise, dass die eine Thierform die andere durch Vermehrung, nicht durch Umwandlung producirt. Diese Erscheinung wird durch eine Anzahl physiologisch und morphologisch verschiedener Processe bedingt. Will man also physiologische und morphologische Definitionen machen, so können sie nur für je eine Art des Generationswechsels giltig sein.

Ich verzichte darauf, eine strenge Sonderung der verschiedenen zum Generationswechsel gehörigen Processe vorzunehmen; meine Absicht ist blos die, nach v. Siebold's Vorgange, der die dem Generationswechsel der Insecten zu Grunde liegende Erscheinung durch den Namen Parthenogenesis abtrennte, die Dialyse der Hydren per praeoccupationem und den Generationswechsel der Medusen durch eigene Namen abzugrenzen.

Führt nämlich die Dialyse der Hydren, wie ich oben wahrscheinlich zu machen versuchte, zum Generationswechsel, so muss der Name „Dialyse“ mit einem auch das Endresultat bezeichnenden Worte vertauscht werden, und ich schlage vor, sie „Diasporogenesis“ [1]) zu nennen. Dieses Wort empfiehlt sich nicht blos desshalb, weil es die wesentlichen Elemente der Definition enthält, sondern auch noch desshalb, weil durch dasselbe die Ähnlichkeit des Vorgangs mit der Sporenbildung ausgedrückt wird.

---

[1]) *διασπείρω*, zerstreuen.

Die Diasporogenesis besteht darin, dass ein mehrzelliges Thier in seine einzelnen Zellen zerfällt, die dann nach längerer oder kürzerer Zeit zu einem mehrzelligen Thiere aufwachsen. Die zwei Generationen unterscheiden sich also dadurch, dass die eine ein einzelliges, die andere ein geschichtetes mehrzelliges Thier ist. Die Diasporogenesis kommt vor bei *Spongilla* und nach der vorliegenden Beobachtung wahrscheinlich auch bei *Hydra.*

Ganz verschieden von der Diasporogenesis ist der Generationswechsel der Medusen. Für jeden unbefangenen Beobachter ist die fast vollkommene Übereinstimmung ihres Entwicklungsganges mit dem einer phanerogamen Pflanze das augenfälligste Kennzeichen. Die Meduse verhält sich zum Hydraspolypen wie die Blüthe zur Pflanze, denn 1. der genetische Vorgang ist bei beiden derselbe, nämlich eine Knospung, 2. physiologisch sind beide identisch, denn an ihnen entwickeln sich die Geschlechtsproducte; 3. sind sie morphologisch gleich: wie die Blüthe aus einem oder mehreren Blattkreisen besteht, so ist auch die Meduse ein Compositum aus einem oder zwei Individuenkreisen. Die Scheibe (oder Glocke) ist der eine Kreis, gebildet von (gewöhnlich) vier Individuen, die ebenso mit einander verwachsen, wie die Blätter einer verwachsen-blätterigen Blumenkrone, sie entspricht also dem Perigon der Pflanzen. Der sogenannte Magen der Meduse ist der zweite Individuenkreis, der bald nur von Einem Individuum repräsentirt wird, bald, wie z. B. bei *Hippocrene* Agass., ein Zusammengesetztsein aus vier Individuen erkennen lässt. Nach dieser Auffassung sind die des Glockenmantels entbehrenden Geschlechtsknospen von *Coryne, Hydractinia* etc. Blüthen ohne Perigon (wie sie bei den Euphorbiaceen sich finden) und die medusiformen Schwimmglocken der Siphonophoren sind Analoga der sterilen Blüthen. Dieselbe morphologische Übereinstimmung besteht zwischen dem Pflanzenstock und dem Polypenstock.

Die Dimorphäen sind also im vollkommensten Sinn des Wortes Zoophyten, und der genetische Process, welcher ihrem Generationswechsel zu Grunde liegt, kann gewiss nicht treffender benannt werden als mit dem Worte „Anthogenesis“ [1]).

Der bei dieser Anschauung möglicher Weise auf's Neue auftauchenden Frage, ob dann die Meduse als Organ oder als Individuum

[1]) ἄνθος, Blüthe.

aufzufassen sei, begegne ich zum Voraus mit dem Satze: Organ ist ein physiologischer Begriff, Individuum ein morphologischer. Desshalb scheint mir eine Ventilirung der obigen Frage eben so nutzlos zu sein, als zu untersuchen, ob ein Beamter ein Organ des Staates oder ein Individuum im Staate ist. Morphologisch ist die Meduse eine nach bestimmten Gesetzen geordnete Individuengruppe, wie die Blüthe eine ähnlich geordnete Blattgruppe ist, physiologisch sind beide Organe.

---

Bei den weiteren Untersuchungen über die Dialyse der Hydren ist noch eine andere ihrer Lösung harrende Frage in's Auge zu fassen, nämlich die nach der Natur der Amöben.

Man weiss, dass die ersten Entwicklungsstufen der Rhizopoden amöbenähnliche Wesen sind, dass eine isolirt lebende Schwammzelle von einer Amöbe nicht zu unterscheiden ist, dass in dem Entwicklungsgang der Gregarinen Amöbenzustände auftreten, dass die Blutzellen vieler (vielleicht aller) wirbelloser Thiere und die farblosen Blutzellen der Wirbelthiere amöbenähnliche Bewegungen ausführen, und mit der Entdeckung der Dialyse der Hydren ist eine neue Amöbenquelle erschlossen. Hält man dazu die Amöbenquellen, welche die Botanik kennen lernte [1]), so glaube ich ist es nicht blos gerechtfertigt, die selbstständige Natur der Amöben in Zweifel zu ziehen, sondern man muss sogar den Satz aussprechen:

Die Amöben sind so lange für blosse Entwicklungsstufen anderer Thiere zu halten, bis von irgend einer Amöbe überzeugend nachgewiesen wird, dass sie eine selbstständige Thierform ist.

Ich sage, man muss diesen Ausspruch thun, weil noch Niemand die Selbstständigkeit einer Amöbe nachgewiesen hat, während die Unselbstständigkeit für eine Reihe von Amöbenformen durch directe Beobachtungen festgestellt ist. Es ist also gewiss richtiger, sich an das letztere als das Thatsächliche zu halten und das erstere unter die Zahl unerwiesener Hypothesen zu stellen.

---

[1]) Vergleiche auch: A. de Bary, Über Myceozoen in Lieb. und Köll. Zeitschrift, X, 1859.

Mit diesen zum Theile anticipirenden Erwägungen übergebe ich die noch unvollendete Beobachtung über die Dialyse der Hydren, als einen neuer Untersuchungen bedürftigen und würdigen Gegenstand, der Öffentlichkeit. Ich selbst bin an der Wiederholung und Beendigung der Beobachtung für längere Zeit gehindert und kann kaum hoffen, dass die unter Nr. I und II besprochenen Zellen, welche ich noch aufbewahre, ihr natürliches Entwicklungsziel erreichen werden. Desshalb empfehle ich den Gegenstand angelegentlichst der Aufmerksamkeit anderer Forscher.

---

## Erklärung der Tafel.

Fig. 1. Hydrazelle nach vollendeter Gerinnung, vom 12. December.
„ 2. Eine solche Zelle in der Theilung begriffen, vom 12. December.
„ 3. Eine Zelle mit einer Vacuole vom 14. December Morgens 9 Uhr.
„ 4. Dieselbe Zelle um 11 Uhr.
„ 5. „ „ „ 12½ „
„ 6. „ „ „ 1½ „
„ 7. „ „ „ 2¾ „
„ 8. Eine Zelle in der Theilung vom 14. December.
„ 9—12. Ein- und doppelcontourige Zellen von verschiedener Grösse, 14. December.
„ 13—15. Cysten von verschiedener Grösse, vom 15. December.
„ 16. Eine aufgebrochene Cyste.
„ 17. Die aus Fig. 16 ausgetretene Zelle.
„ 18—20. Ein- und doppelcontourige Zellen vom 16. December.
„ 21. Zellgruppe vom 16. December.
„ 22. Eine geplatzte Nesselzelle.
„ 23. Zelle vom 7. Januar im Begriffe Pseudopodien zu entwickeln. Sie änderte während des Zeichnens ihre Contouren.
„ 24. Zelle vom 7. Januar im Beginne der Gerinnung aus dem Glaskästchen Nr. II (alle anderen Figuren sind dem Kästchen Nr. I entnommen).

---